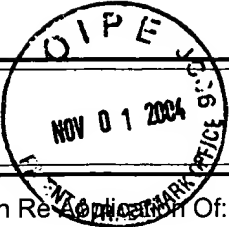
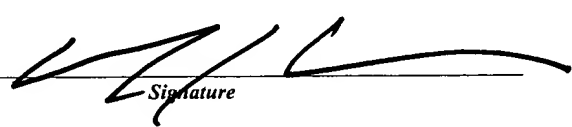


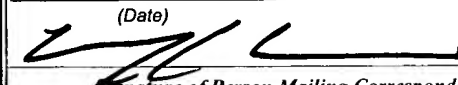
2623

 TRANSMITTAL LETTER (General - Patent Pending)		Docket No. JLW 1639			
In Re Application Of: LICHTERMANN, J., ET AL					
Application No.	Filing Date	Examiner	Customer No.	Group Art Unit	Confirmation No.
09/884,838	06/19/2001	KIM, C.	278	2623	
Title: A METHOD OF AND DEVICE FOR IDENTIFICATION OF FINGERMARKS					
<div style="text-align: center; margin-bottom: 20px;"> <u>COMMISSIONER FOR PATENTS:</u> </div> <p>Transmitted herewith is:</p> <p style="margin-left: 40px;">CERTIFIED COPY OF THE PRIORITY DOCUMENT 100 30 404.4</p> <p>in the above identified application.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> No additional fee is required.</p> <p><input type="checkbox"/> A check in the amount of _____ is attached.</p> <p><input type="checkbox"/> The Director is hereby authorized to charge and credit Deposit Account No. _____ as described below.</p> <p style="margin-left: 40px;"> <input type="checkbox"/> Charge the amount of _____ <input type="checkbox"/> Credit any overpayment. <input type="checkbox"/> Charge any additional fee required. </p> <p><input type="checkbox"/> Payment by credit card. Form PTO-2038 is attached.</p> <p>WARNING: Information on this form may become public. Credit card information should not be included on this form. Provide credit card information and authorization on PTO-2038.</p> <div style="margin-top: 50px;">  <div style="text-align: right; margin-top: 20px;"> Dated: OCTOBER 27, 2004 </div> </div>					

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to the "Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450" [37 CFR 1.8(a)] on

OCTOBER 27, 2004

(Date)


 Signature of Person Mailing Correspondence

MICHAEL J. STRIKER

Typed or Printed Name of Person Mailing Correspondence

CC:



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 100 30 404.4

Anmeldetag: 21. Juni 2000

Anmelder/Inhaber: Robert Bosch GmbH, 70442 Stuttgart/DE

Bezeichnung: Verfahren zur Identifikation von einem Fingerabdruck
und Vorrichtung zur Identifikation von einem Finger-
abdruck

IPC: G 06 K, A 61 B

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 12. Oktober 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

BEST AVAILABLE COPY

08.06.00 Vg/Kat

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10 Verfahren zur Identifikation von einem Fingerabdruck und
Vorrichtung zur Identifikation von einem Fingerabdruck

Stand der Technik

15 Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zur
Identifikation von einem Fingerabdruck bzw. einer
Vorrichtung zur Identifikation von einem Fingerabdruck nach
der Gattung der unabhängigen Patentansprüche.

20 Aus der Offenlegungsschrift WO 99/05637 ist ein Verfahren
bzw. eine Vorrichtung bekannt, die dazu dient, einen
unbekannten Fingerabdruck in eine Kategorie einzuteilen. Die
Analyse wird dabei im Ortsfrequenzbereich vorgenommen. Das
Bild des Fingerabdrucks wird im Ortsfrequenzbereich in
25 Bereiche aufgeteilt. Diese Bereiche können Sektoren sein,
denen jeweils ein Wert zugewiesen wird. Dieser Wert leitet
sich aus der Energie der Ortsfrequenzen ab, die in diesen
Sektoren zu finden sind. Diese Werte für die Sektoren werden
mit abgespeicherten Werten verglichen. Die abgespeicherten
30 Werte werden einer Kategorie zugeordnet, aber nicht einem
Fingerabdruck. Dabei kommt ein Komparator zum Einsatz, der
vorzugsweise eine Korrelation durchführt. Dabei werden die
Werte mittels einer eindimensionalen Fouriertransformation
transformiert, um dann schließlich die Korrelation mittels
35 dieser transformierten Werte durchzuführen. Wird eine

Übereinstimmung gefunden, dann wird der unbekannte Fingerabdruck in eine entsprechende Kategorie eingeteilt.

Vorteile der Erfindung

5

10



15

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Identifikation von einem Fingerabdruck bzw. die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Identifikation von einem Fingerabdruck mit den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche hat demgegenüber den Vorteil, dass eine Identifikation eines Fingerabdrucks ermöglicht wird. Weiterhin ist es von Vorteil, dass die Zeit für die Identifikation aufgrund der Sortierung von abgespeicherten Referenzfingerabdrücken in einer Datenbank gesenkt wird. Damit ist es möglich, bei einer gleichen Rechenzeit auch höhere Benutzerzahlen zu akzeptieren. Das erfindungsgemäße Verfahren sorgt darüber hinaus dafür, dass es zuverlässig und robust gegen Fehler ist. Damit ist der Einsatz in Identifikationssystemen möglich.

20

Darüber hinaus ist es von Vorteil, dass das erfindungsgemäße Verfahren ohne eine Kategorisierung auskommt, so dass mit der Kategorisierung verbundene Fehler entfallen.

25



Durch die in den abhängigen Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen und Weiterbildungen sind vorteilhafte Verbesserungen des in den unabhängigen Patentansprüchen angegebenen Verfahrens bzw. der Vorrichtung zur Identifikation von einem Fingerabdruck möglich.

30

Besonders vorteilhaft ist, dass die Identifikation anhand eines Minuzienvergleichs durchgeführt wird. Dabei wird eine vorgegebene Anzahl von Minuzien zur Identifikation verwendet und wenn diese vorgegebene Anzahl erreicht wird, gilt der Fingerabdruck als identifiziert. Beispielsweise, wenn 12 oder 18 Minuzien in dem Fingerabdruck oder in dem

35

Referenzfingerabdruck übereinstimmen, liegt eine Identifikation vor. Dazu kann vorteilhafterweise ein Schwellwert verwendet werden.

5 Weiterhin ist es von Vorteil, dass alternativ zu den Minuzien ein Korrelationsverfahren zur Identifikation des Fingerabdrucks verwendet wird. Dabei wird vorzugsweise ein Korrelationskoeffizient berechnet, der mit einem vorgegebenen Schwellwert verglichen wird. Liegt der
10 Korrelationskoeffizient über dem Schwellwert, dann gilt der Fingerabdruck als identifiziert.

Weiterhin ist es von Vorteil, dass die Fingerabdrücke und die Referenzfingerabdrücke mittels Referenzpunkten
15 (Singularitäten), vorzugsweise von Core- und Deltapunkten, charakterisiert werden. Damit ist eine eindeutige Bestimmung der Lage der Fingerabdrücke möglich: Der Fingerabdruck kann in verschiedenen Stellungen auf dem Fingerabdrucksensor
20 plziert werden, um das Fingerabdruckbild zu gewinnen, und dennoch wird der Fingerabdruck anhand der Referenzpunkte und/oder der Gebiete um die Referenzpunkte eindeutig in seiner Lage bestimmt und im Vergleich mit einem abgespeicherten Fingerabdruck wird ein Ähnlichkeitsmaß
25 bestimmt. Vor allem ist damit jedoch der Vorteil erreicht, dass entsprechende und damit gleiche Gebiete auf dem Fingerabdruck und auf dem jeweiligen Referenzfingerabdruck verglichen werden.

Darüber hinaus ist es von Vorteil, dass aus dem
30 Fingerabdruck quadratische Gebiete um einen fest definierten Punkt, vorzugsweise einen Referenzpunkt (Singularität), genommen werden, die vor der für die Analyse im Frequenzbereich durchzuführenden Transformation mit einer rotationssymmetrischen Fensterfunktion, beispielsweise einer
35 zweidimensionalen Gaußglocke, multipliziert werden. Damit

fallen insbesondere die Ecken weg, so dass bei einer Drehung immer die gleichen Informationen in dem Gebiet vorliegen. Weiterhin ist es durch den Vergleich von abgespeicherten Referenzpunkten möglich, eindeutige Referenzpunkte in einem Fingerabdruck vorteilhafterweise zu identifizieren. Dabei wird dann das Gebiet dahingehend charakterisiert, dass für die Ortsfrequenzen ein Betrag und eine Richtung bestimmt werden, insbesondere unter Verwendung des Leistungsdichtespektrums, so dass mittels dieses Merkmals ein Ähnlichkeitsmaß aus dem Vergleich des Fingerabdrucks und des jeweiligen Referenzfingerabdrucks gewonnen werden kann. Dabei werden Gebiete verglichen, die an entsprechenden Orten auf dem Fingerabdruck und dem jeweiligen Referenzfingerabdruck liegen. Darüber hinaus ist es von Vorteil, dass durch die Verwendung von verschiedenen Größen für die quadratischen Gebiete es ermöglicht wird, nur solche Gebiete zu verwenden, in denen allein Papillarlinien zu finden sind. Dies ist insbesondere im Hinblick auf Randbereiche wichtig, wo ein Quadrat bestimmter Größe auch Bereiche außerhalb des Fingerabdrucks umfassen kann und damit die Identifikation letztlich verfälschen kann.

Darüber hinaus ist es von Vorteil, dass ein zu analysierender Bereich nach der Transformation in den Frequenzbereich auf dem Fingerabdruck in Sektoren und Ringe aufgeteilt wird, wobei mittels der Sektoren eine Winkelbestimmung und mittels der Leistungsbestimmung innerhalb der Sektoren und der Ringe eine Aussage über die im zu analysierenden Bereich vorliegenden Frequenzen nach Richtung und Betrag getroffen wird. Die Leistungsverteilung über die Ringe beziehungsweise Sektoren wird in einem Ringevektor beziehungsweise Sektorenvektor abgespeichert, die zusammen als Merkmalsvektor dienen. Dieser Merkmalsvektor wird dann zur Bestimmung des Ähnlichkeitsmaßes verwendet, indem dieser Merkmalsvektor mit

dem Merkmalsvektor des jeweiligen Referenzfingerabdrucks verglichen wird. Durch Interpolation können dabei zusätzliche Komponenten für den Merkmalsvektor ermittelt werden.

5

Es ist weiterhin von Vorteil, dass mittels einer eindimensionalen Fouriertransformation als eine Integraltransformation des Sektorenvektors ein Vergleich verdrehter Fingerabdrücke erleichtert wird. Weiterhin ist es dabei von Vorteil, dass das Ähnlichkeitsmaß mittels einer Differenzquadratmethode oder einer Korrelationsmethode ermittelt wird. Es ist weiterhin auch von Vorteil, dass die Gebietsgröße auf dem Fingerabdruck um den jeweils verwendeten Referenzpunkt derart ausgewählt werden, dass nur Papillarlinien in den Bereichen als Objekte zu finden sind. Damit wird eine eindeutige Analyse und ein Vergleich mit den Referenzfingerabdrücken möglich.

10

15

20

25

Schließlich ist es weiterhin von Vorteil, dass die Referenzpunkte in dem Fingerabdruckbild durch einen Vergleich von Orientierungsverläufen mit abgespeicherten Orientierungsverläufen bestimmt werden. Dies ermöglicht eine sehr genaue Bestimmung der Referenzpunkte und erhöht somit die Genauigkeit des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Zeichnung

30

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigt Figur 1 ein Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Vorrichtung, Figur 2 ein Flußdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens und Figur 3 die Aufteilung eines Bereichs des Fingerabdrucks in Ringe und Sektoren.

Beschreibung

Es werden aus Sicherheitsgründen zunehmend Identifikationssysteme für Benutzer in verschiedenen Bereichen des Lebens eingesetzt. Um eine Zugangsberechtigung zu Autos, Gebäuden oder speziellen Räumen zu erlangen, ist eine eindeutige Identifikation des Benutzers, die insbesondere nur der Benutzer aufweist, zu gewährleisten. Da nur der Benutzer dieses Identifikationsmerkmal aufweisen soll, kann es ein körperliches Merkmal sein, was ein Benutzer naturgemäß immer mit sich führt. Ein Merkmal, das für jeden Menschen unterschiedlich ist, ist der Fingerabdruck. Soll nun ein Fingerabdruck z.B. für Bankgeschäfte identifiziert werden, dann weist die Vorrichtung zur Identifikation des Fingerabdrucks eine Datenbank mit abgespeicherten Referenzfingerabdrücken auf, und der Fingerabdruck und die Referenzfingerabdrücke müssen systematisch verglichen werden, um eine Übereinstimmung oder fehlende Übereinstimmung festzustellen. Das Verfahren muß, da es sich um sicherheitsrelevante Systeme handelt, schnell und genau arbeiten.

Erfindungsgemäß werden daher die Referenzfingerabdrücke in der Datenbank durch die erfindungsgemäße Vorrichtung anhand eines Ähnlichkeitsmaßes sortiert. Dieses Ähnlichkeitsmaß wird durch einen einfachen Vergleich des zu identifizierenden Fingerabdruckes mit allen Referenzfingerabdrücken jeweils gebildet. Damit liegt dann für jeden Referenzfingerabdruck ein Ähnlichkeitsmaß vor. Die Referenzfingerabdrücke werden dann nach der Größe des Ähnlichkeitsmaßes sortiert, so dass der Fingerabdruck mit dem größten Ähnlichkeitsmaß, der also die größte Ähnlichkeit mit dem zu identifizierenden Fingerabdruck hat, zuerst mit dem Fingerabdruck verglichen wird, um eine Identifikation zu erreichen. Diese Identifikation wird dann mit einem

bekannten Verfahren zur Identifikation durchgeführt, also einem Minuzienvergleich oder einer Korrelationstechnik. Das Ähnlichkeitsmaß wird anhand eines Vergleichs von Eigenschaften der Gebiete um Referenzpunkte mit den Eigenschaften der abgespeicherten Fingerabdrücken. Es wird dabei ein Vergleich an den gleichen Orten der Fingerabdrücke durchgeführt. Es werden also entsprechende Gebiete der abgespeicherten Fingerabdrücke verwendet. Dies führt zu einer hohen Genauigkeit des Verfahrens.

In Figur 1 ist als Blockschaltbild die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Identifizierung des Fingerabdrucks dargestellt. Ein Fingerabdrucksensor 1 ist über einen Datenausgang mit einem Prozessor 2 verbunden. An einen ersten Datenein-/ausgang des Prozessors 2 ist eine Datenbank 3 angeschlossen. An einen zweiten Datenein-/ausgang des Prozessors 2 ist ein Arbeitsspeicher 4 angeschlossen. An einen Datenausgang des Prozessors 2 ist eine Signalverarbeitung 5 angeschlossen. An einen ersten Datenausgang der Signalverarbeitung 5 ist eine Anzeige 6 angeschlossen. An einen zweiten Datenausgang der Signalverarbeitung 5 ist ein Lautsprecher 7 angeschlossen.

Als der Fingerabdrucksensor 1 wird hier ein optisches System verwendet. Dabei wird der Effekt der Totalreflektion ausgenutzt, um die dreidimensionalen Daten der Fingeroberfläche in eine zweidimensionale Datenmenge zu transformieren. Kernstück ist dabei ein 90°-Prisma, auf dessen Hypotenuse man die Fingerkuppe auflegt, während in die eine Kathete des Prismas paralleles Licht eingekoppelt wird und die Helligkeitsverteilung der anderen Kathete über ein CCD-Array und einen Frame-Grabber digitalisiert wird. Dies ist der Prozess, der im Allgemeinen als Scannen bekannt ist. An den Stellen, an denen die erhabenen Papillarlinien die Prismaoberfläche berühren, wird durch die lokale

Änderung des Brechungsindices Licht ausgekoppelt. Diese erhabenen Papillarlinien erscheinen deshalb im Digitalbild als dunkle Linien. Täler sind dagegen als helle Linien erkennbar, da sie die Totalreflexion nicht stören.

5 Alternativ ist es möglich, einen kapazitiven Sensor zu verwenden. Diese kapazitiven Sensoren haben gegenüber optischen Systemen den Vorteil der kleineren Baugröße und des geringeren Preises. Ein kapazitiver Sensor besteht im Prinzip aus vielen kleinen kapazitiven Einzelementen, die
10 im Standard CMOS-Technologie auf einem Chip integriert sind.

Am Ausgang des Fingerabdrucksensors 1 liegen dann digitale Daten vor, die dann vom Prozessor 2 weiter verarbeitet werden. Die Datenbank 3 ist hier als Halbleiterspeicher
15 ausgeführt, es ist jedoch auch möglich, einen magnetischen Speicher, also eine Festplatte, zu verwenden. Der Arbeitsspeicher 4 wird zur Zwischenspeicherung für die Berechnungen verwendet. Die Signalverarbeitung 5 treibt die Anzeige 6 bzw. den Lautsprecher 7 in Abhängigkeit von Daten,
20 die vom Prozessor 2 zu der Signalverarbeitung 5 übertragen werden. Wird eine Identifikation durch den Prozessor 2 des Fingerabdrucks erreicht, dann meldet der Prozessor 2 der Signalverarbeitung 5 eine solche Nachricht, die dann auf der Anzeige 6 bzw. dem Lautsprecher 7 wiedergegeben wird.

25 Alternativ ist es hier möglich, dass entweder auf die Anzeige 6 oder den Lautsprecher 7 verzichtet wird. Der Lautsprecher 7 weist einen Audioverstärker und einen Digital-/Analog-Wandler auf, um die von der Signalverarbeitung 5 kommenden digitalen Signale in analoge
30 Audiosignale umzuwandeln. Zusätzlich oder anstatt der Anzeige, dass ein Fingerabdruck identifiziert wurde, ist es möglich, eine Aktorik mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung zu koppeln. Eine solche Aktorik kann beispielsweise ein
35 Türöffner sein.

In Figur 2 ist das erfindungsgemäße Verfahren zur Identifikation eines Fingerabdrucks als Flußdiagramm dargestellt. In Verfahrensschritt 8 wird mittels des Fingerabdrucksensors 1 die Aufnahme des Fingerabdrucks gewonnen. Das Fingerabdruckbild kann als ganzes oder in Teilen gewonnen werden. Dieses Fingerabdruckbild wird dann dem Prozessor 2 übertragen. In Verfahrensschritt 9 zerlegt der Prozessor 2 das Fingerabdruckbild in Bereiche, die dann für die Orientierungsschätzung verwendet werden. Die Orientierungsschätzung ist für die Bestimmung eines Ähnlichkeitsmaßes wichtig. Bei dieser Bereichsauswahl werden Maßnahmen vorgenommen, um nur solche Bereiche auszuwählen, die allein Papillarlinien aufweisen. Dies wird durch eine Auswertung im Frequenzbereich, genauer gesagt im Leistungsdichtespektrums ermöglicht. Dabei wird die Eigenschaft ausgenutzt, dass Gebiete, die allein Papillarlinien umfassen, in einem bestimmten Frequenzbereich, der durch den typischen Papillarlinienabstand bestimmt ist, eine höhere spektrale Leistungsdichte aufweisen als solche, die nicht nur Papillarlinien als Bildobjekte aufweisen. Daher wird ein Schwellwertvergleich für das Leistungsdichtespektrum durchgeführt, wobei der Schwellwert so festgelegt ist, dass, wenn die gemessene Leistungsdichte über diesem Schwellwert liegt, davon ausgegangen werden kann, dass der untersuchte Bildbereich allein Papillarlinien aufweist.

In Verfahrensschritt 10 wird dazu eine zweidimensionale Fouriertransformation der einzelnen Bereiche durchgeführt. Eine Fouriertransformation ist eine Integraltransformation. Es können alternativ auch andere Arten von Integraltransformationen verwendet werden. Insbesondere Wavelets sind hierfür geeignet. Bei Wavelets wird eine Transformation mit einer speziell angepaßten Transformation vorgenommen.

In Verfahrensschritt 11 werden dann die Referenzpunkte in den einzelnen Bereichen im Ortsbereich gesucht, wobei Bereiche zu Bildbereichen zusammengefaßt werden, um die Referenzpunkte in den Bildbereichen anhand eines Vergleichs von Orientierungsverläufen zu identifizieren. Dies geschieht demnach durch den Vergleich von Orientierungsverläufen im Fingerabdruckbild und abgespeicherten Orientierungsverläufen, die Referenzpunkte identifizieren. Zunächst wird das Fingerabdruckbild im Frequenzbereich bereichsweise mit einem Bandpaß gefiltert wird, um einen Nutzfrequenzbereich zu erzeugen. Störungen werden dabei eliminiert. Der Nutzfrequenzbereich wird dann bereichsweise betragsmäßig quadriert, um eine spektrale Leistungsdichte für den jeweiligen Bereich zu berechnen. Die Frequenzen im Nutzfrequenzbereich werden in dem jeweiligen Bereich mit der jeweils zugehörigen spektralen Leistungsdichte gewichtet, um dann mittels dieser gewichteten Frequenzen eine Regressionsgerade für den jeweiligen Bereich zu berechnen. Damit wird die Orientierung der Papillarlinien in dem jeweiligen Bereich ermittelt. In den Bildbereichen, die sich aus mehreren Bereichen zusammensetzen, wird dann nach den Referenzpunkten gesucht. Die Bereiche werden, wie oben erwähnt, zu Gebieten zusammengefaßt und durch einen Vergleich mit abgespeicherten Referenzorientierungsverläufen kann aus den ermittelten Orientierungsverläufen der Bildbereiche ein jeweiliger Referenzpunkt für einen Bildbereich identifiziert werden. Als zu identifizierende Referenzpunkte (Singularitäten) werden hier Core- und Deltapunkte gesucht. Die Referenzpunkte auf einem Fingerabdruck definieren den Fingerabdruck selbst und bezüglich seiner Lage, sie liefern Bezugspunkte für ein Koordinatensystem.

In Verfahrensschritt 12 werden dann um die Referenzpunkte quadratische Gebiete angelegt, beispielsweise 32x32 Pixel. Diese quadratischen Gebiete werden in mehreren Größen angelegt, da insbesondere am Randbereich eines Fingerabdruckbildes ein Quadrat um einen Referenzpunkt einer vorgegebenen Größe auch Gebiete erfassen kann, die nicht nur Papillarlinien beinhalten. Dazu wird um jeden Referenzpunkt dann jeweils ein Quadrat mit verschiedenen vorgegebenen Größen gelegt. Das Quadrat wird dann mit einer Fensterfunktion multipliziert, hier ist es eine zweidimensionale Gaußfunktion, so dass ein kreisförmiger Ausschnitt entsteht. Ein Kreis ist insbesondere gegenüber Verdrehungen unempfindlich.

In Verfahrensschritt 13 werden die mit der Fensterfunktion multiplizierten Gebiete in Sektoren und Ringe aufgeteilt, wobei zuvor die Gebiete zweidimensionale fouriertransformiert werden und dann eine Quadrierung erfolgt, um das Leistungsdichtespektrum zu bestimmen. Da eine Fouriertransformation als Integraltransformation verwendet wurde, zeigt ein reellwertiges Signal im Frequenzbereich zwei Signale, die zum Ursprung symmetrisch sind. Dadurch kann eine Hälfte des Leistungsdichtespektrum für die Aufteilung in Ringe und die andere Hälfte des Leistungsdichtespektrum für die Aufteilung in Sektoren verwendet werden.

In Figur 3 ist die Aufteilung des Leistungsdichtespektrum eines Bereichs in Ringe und Sektoren gezeigt. In der oberen Hälfte des Quadrats sind Sektoren 24 dargestellt, während in der unteren Hälfte die Ringe 25 abgebildet sind. Die Sektoren 24 werden verwendet, um eine Information über die in einem Bereich beteiligten Orientierungen zu erhalten, während die Ringe dafür verwendet werden, eine Information über die an einem Bereich beteiligten Frequenzbereiche zu

erhalten. Die Sektoren 24 sind aufgrund der Fensterfunktion kreisförmig begrenzt. Da eine zweidimensionale Fouriertransformation verwendet wurde, weisen die Frequenzen einen Betrag und einen Winkel auf, sie liegen also als Vektoren vor.

In Verfahrensschritt 14 wird dann die Merkmalsbestimmung für die einzelnen Sektoren 24 und die Kreisringe 25 vorgenommen. Dies wird dadurch erreicht, dass die Leistung der einzelnen Frequenzen in den Sektoren bzw. Ringen für die jeweiligen Sektoren und Ringe aufsummiert wird, so dass für die Sektoren die Summe der Leistung der einzelnen Frequenzen ein Maß für die jeweilige Orientierung angibt, während für die Ringe die Summe der Frequenzen ein Maß für den jeweiligen Betrag angibt. Für die einzelnen Sektoren und Ringe ergibt dies jeweils Komponenten eines Sektoren- bzw. Ringvektors. Mittels einer Interpolation kann alternativ die Anzahl der Ringe und Sektoren nachträglich noch erhöht werden. Dies kann insbesondere bei einer Anpassung der Datensätze notwendig sein. Der Ringvektor und der Sektorenvektor bilden zusammen die grundlegende Form des Papillarlinienverlaufs in einem betrachteten Gebiet.

Die Grundidee ist nun, dass zwei Gebiete, welche im Wesentlichen die gleiche Bildinformation enthalten, auch weitgehend übereinstimmende Anteile bei den im Ausschnitt vorkommenden Orientierungs- und Frequenzanteilen, d.h. den Sektor- und den Ringkomponenten, haben müssen. Für die Ringkomponenten gilt dies unabhängig von einer Verdrehung der beiden Fingerabdrücke, da durch Integration über alle beteiligten Winkel diese Ringkomponenten berechnet werden.

Die Sektorenvektoren sind zunächst nicht rotationsunabhängig. Aufgrund der Rotationseigenschaft der Fouriertransformation kommt es bei einer Drehung des

Bildausschnittes zu einer zyklischen Verschiebung der
Sektorkomponenten, weil sich das Spektrum eines gedrehten
Bereichs auch dreht. Da es sich beim Sektorenvektor somit um
einen zyklischen oder periodischen Merkmalsvektor handelt,
5 bei dem der erste und der letzte Wert ineinander übergehen,
bietet es sich vor dem späteren Vergleich an, diesen
Merkmalsvektor in den eindimensionalen Frequenzbereich zu
transformieren. Dadurch erhält man einen vom
Verdrehungswinkel unabhängigen Merkmalsvektor. Auch der
10 Ringevektor wird in dem erfindungsgemäßen Verfahren
fouriertransformiert. Dies wird in Verfahrensschritt 15
durchgeführt. Anstatt der Fouriertransformation als die
Integraltransformation sind wiederum andere Arten von
Integraltransformationen anwendbar, insbesondere die
15 Wavelets.

In Verfahrensschritt 16 wird dann der Vergleich der
fouriertransformierten Ringevektoren und der
fouriertransformierten Sektorenvektoren des zu
20 identifizierenden Fingerabdrucks und des jeweiligen
Referenzfingerabdrucks vorgenommen. Der Vergleich findet von
Vektoren statt, die für entsprechende Orte auf dem
Fingerabdruck und auf dem jeweiligen Referenzfingerabdruck
gewonnen wurden. Zusätzlich wird auch noch ein Vergleich der
25 nichttransformierten Ringevektoren bzw. Sektorenvektoren
durchgeführt. Es werden also Vergleiche an den gleichen
Orten auf dem Fingerabdruck und auf dem jeweiligen
Referenzfingerabdruck vorgenommen. Dadurch werden vier
Vergleiche durchgeführt. In Verfahrensschritt 17 wird aus
30 diesen vier Vergleichen, also den vier Ähnlichkeitsmaßen,
ein Ähnlichkeitsmaß durch Verknüpfung bestimmt. Dies
geschieht entweder durch eine gewichtete Addition oder durch
eine Multiplikation.

In Verfahrensschritt 18 wird dann mit den Ähnlichkeitsmaßen für den jeweiligen Referenzfingerabdruck eine Sortierung der Datenbank 3 nach der Größe der Ähnlichkeitsmaße durch den Prozessor 2 vorgenommen, wobei der Referenzfingerabdruck mit dem größten Ähnlichkeitsmaß an der ersten Stelle steht.

In Verfahrensschritt 19 wird dann beginnend mit dem Referenzfingerabdruck, der das größte Ähnlichkeitsmaß aufweist, die Identifikation durchgeführt. Dies wird hier mittels Minuzienvergleichs durchgeführt. Dabei wird eine vorgegebene Anzahl von Minuzien als Voraussetzung für eine Identifikation angenommen. Z. B. müssen 12 Minuzien des Fingerabdrucks und des Referenzfingerabdrucks übereinstimmen, so dass von einer Identifikation gesprochen werden kann. Minuzien bezeichnen lokale Merkmale, die durch die einzelnen Papillarlinien gekennzeichnet sind. Papillarlinien sind beispielsweise die Hautrillen auf der Innenhandfläche.

Alternativ ist es möglich, mittels Korrelation des Fingerabdrucks mit dem Referenzfingerabdruck einen Korrelationskoeffizienten zu berechnen und diesen mit einem vorgegebenen Schwellwert zu vergleichen. Liegt der Korrelationskoeffizient über dem Schwellwert, dann wird eine Identifikation angezeigt, liegt er darunter, liegt keine Identifikation vor. In Verfahrensschritt 20 wird überprüft, ob eine Identifikation vorliegt. Ist das der Fall, dann wird in Verfahrensschritt 21 mittels der Anzeige 6 bzw. dem Lautsprecher 7 angezeigt, dass der Fingerabdruck identifiziert wurde und gegebenenfalls wird ein mit dem Referenzfingerabdruck verknüpfter Datensatz zur Anzeige gebracht. Dabei kann es sich beispielsweise um eine Person, also einen Namen oder ein Bild von dieser Person, handeln. Alternativ ist hier auch das Betätigen eines Aktors möglich, beispielsweise um eine Tür zu öffnen.

Wurde in Verfahrensschritt 20 festgestellt, dass keine Identifikation vorliegt, dann wird in Verfahrensschritt 22 überprüft, ob die Datenbank bereits komplett durchsucht wurde. Ist das nicht der Fall, dann wird in Verfahrensschritt 19 mit dem nächsten Referenzfingerabdruck in der Datenbank fortgefahren. Wurde in Verfahrensschritt 22 jedoch festgestellt, dass die Datenbank bereits vollständig durchsucht wurde, dann wird in Verfahrensschritt 23 angezeigt, dass der vorliegende Fingerabdruck nicht identifizierbar ist.

5

10

08.06.00 Vg/Kat

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

5

Ansprüche

10 1. Verfahren zur Identifikation von einem Fingerabdruck,
wobei für den Fingerabdruck ein Fingerabdruckbild ermittelt
wird, wobei Referenzfingerabdrücke in einer Datenbank (3)
abgespeichert sind, wobei das Fingerabdruckbild zur
Identifikation mit den Referenzfingerabdrücken verglichen
wird, dadurch gekennzeichnet, dass vor der Identifikation
15 jeweils für jeden Referenzfingerabdruck im Vergleich mit dem
Fingerabdruckbild ein Ähnlichkeitsmaß bestimmt wird, dass
die Referenzfingerabdrücke in der Datenbank (3) anhand der
Ähnlichkeitsmaße sortiert werden und dass beginnend mit dem
Referenzfingerabdruck, der zu dem größten Ähnlichkeitsmaß
20 geführt hat, die Identifikation des Fingerabdrucks
durchgeführt wird.

25 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass
die Identifikation anhand von Minuzienvergleichen
durchgeführt wird.

30 3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass
die Identifikation anhand einer Korrelation des
Fingerabdrucks mit dem jeweiligen Referenzfingerabdruck
bestimmt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet,
dass das jeweilige Ähnlichkeitsmaß durch einen Vergleich von
Eigenschaften eines jeweiligen Gebiets um Referenzpunkte des

Fingerabdrucks mit jenen Eigenschaften des entsprechenden Gebiets der Referenzfingerabdrücke ermittelt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass
5 als Referenzpunkte Core- und Deltapunkte verwendet werden.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass
10 um die Referenzpunkte des Fingerabdrucks quadratische Gebiete gelegt werden, dass die Gebiete mit einer Fensterfunktion multipliziert werden, dass die Gebiete mittels einer ersten Integraltransformation in den Ortsfrequenzbereich transformiert werden, dass in den Gebieten der Referenzpunkte Merkmale bestimmt werden, für die die Ortsfrequenzen nach Betrag und Richtung ausgewertet
15 werden, und dass mittels der Merkmale des Fingerabdrucks und der Referenzfingerabdrücke jeweils das Ähnlichkeitsmaß für den jeweiligen Referenzfingerabdruck bestimmt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass
20 die quadratischen Gebiete in verschiedenen Größen angelegt werden.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet,
25 dass ein Leistungsdichtespektrum der Gebiete der Referenzpunkte in Sektoren (24) und Ringe (25) zerlegt werden, dass für die Sektoren (24) und die Ringe (25) die Leistungen der jeweils darin enthaltenen Ortsfrequenzen aufsummiert werden, so dass für die Sektoren (24) sich jeweils ein Maß für die Orientierung ergibt und für die
30 Ringe (25) jeweils ein Maß für den Betrag, dass damit ein Ringevektor und ein Sektorenvекtor gebildet werden und dass aus dem Ringevektor und dem Sektorenvекtor ein Merkmalsvektor gebildet wird, der mit einem Merkmalsvektor der Referenzfingerabdrücke verglichen wird, um das
35 Ähnlichkeitsmaß zu bestimmen.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Ringvektor und der Sektorenvektor vor und nach einer zweiten Integraltransformation mit dem jeweiligen Ringvektor und dem Sektorenvektor der jeweiligen Referenzfingerabdrücke verglichen werden, um das Ähnlichkeitsmaß für den jeweiligen Referenzfingerabdruck zu bestimmen.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Vergleiche der Ringvektoren und der Sektorenvektoren vor und nach der zweiten Integraltransformation zu dem Ähnlichkeitsmaß für den jeweiligen Referenzfingerabdruck verknüpft werden.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Vergleiche mittels einer Differenzquadratmethode oder einer Korrelation durchgeführt werden.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Bereiche auf dem Fingerabdruck so gewählt werden, dass die Bereiche nur Papillarlinien aufweisen.

13. Vorrichtung zur Identifikation von einem Fingerabdruck, wobei die Vorrichtung einen Prozessor (2), eine Datenbank (3), einen Arbeitsspeicher (4), eine Anzeige (6) und einen Fingerabdrucksensor (1) für die Ermittlung eines Fingerabdruckbildes aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass der Prozessor (2) so ausgebildet ist, dass der Prozessor (2) das Fingerabdruckbild mit Referenzabdrücken in der Datenbank (3) vergleicht, um ein Ähnlichkeitsmaß für jeden Referenzfingerabdruck zu bestimmen, und dass der Prozessor (2) die Referenzfingerabdrücke in der Datenbank (3) nach dem Ähnlichkeitsmaß sortiert, dass der Prozessor (2) die

Identifikation des Fingerabdrucks beginnend mit dem Referenzfingerabdruck mit dem größten Ähnlichkeitsmaß durchführt und dass der Prozessor (2) mittels der Anzeige das Ergebnis der Identifikation ausgibt.

08.06.00 Vg/Kat

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

5

Verfahren zur Identifikation von einem Fingerabdruck und
Vorrichtung zur Identifikation von einem Fingerabdruck

10 Zusammenfassung

Es wird ein Verfahren zur Identifikation von Fingerabdrücken
bzw. eine Vorrichtung zur Identifikation von Fingerabdrücken
vorgeschlagen, die dazu dienen, einen unbekannten
15 Fingerabdruck mittels einer Datenbank zu identifizieren,
indem in einem ersten Schritt für die in der Datenbank
erhaltenen Referenzfingerabdrücke ein Ähnlichkeitsmaß mit
dem Fingerabdruck jeweils berechnet wird. In einem zweiten
Schritt werden die Referenzfingerabdrücke nach dem
20 Ähnlichkeitsmaß sortiert, um dann in einem dritten Schritt
beginnend mit dem Referenzfingerabdruck mit dem größten
Ähnlichkeitsmaß, den Fingerabdruck zu identifizieren. Das
erfindungsgemäße Verfahren bzw. die erfindungsgemäße
Vorrichtung reduziert erheblich den Rechenaufwand für die
25 Identifikation eines Fingerabdrucks.

(Figur 1)

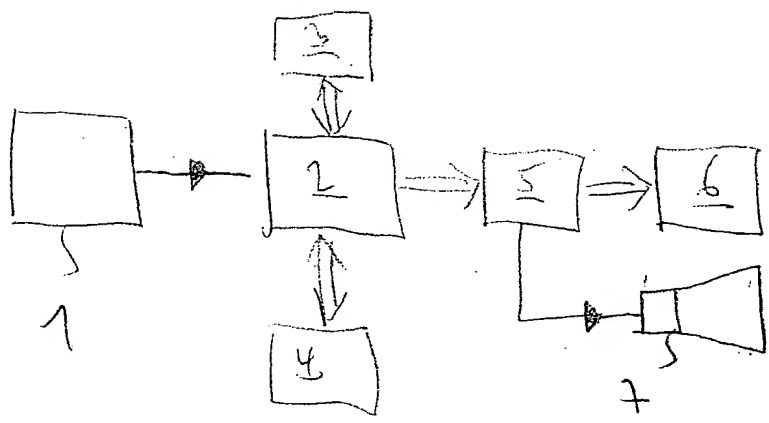


Fig. 1

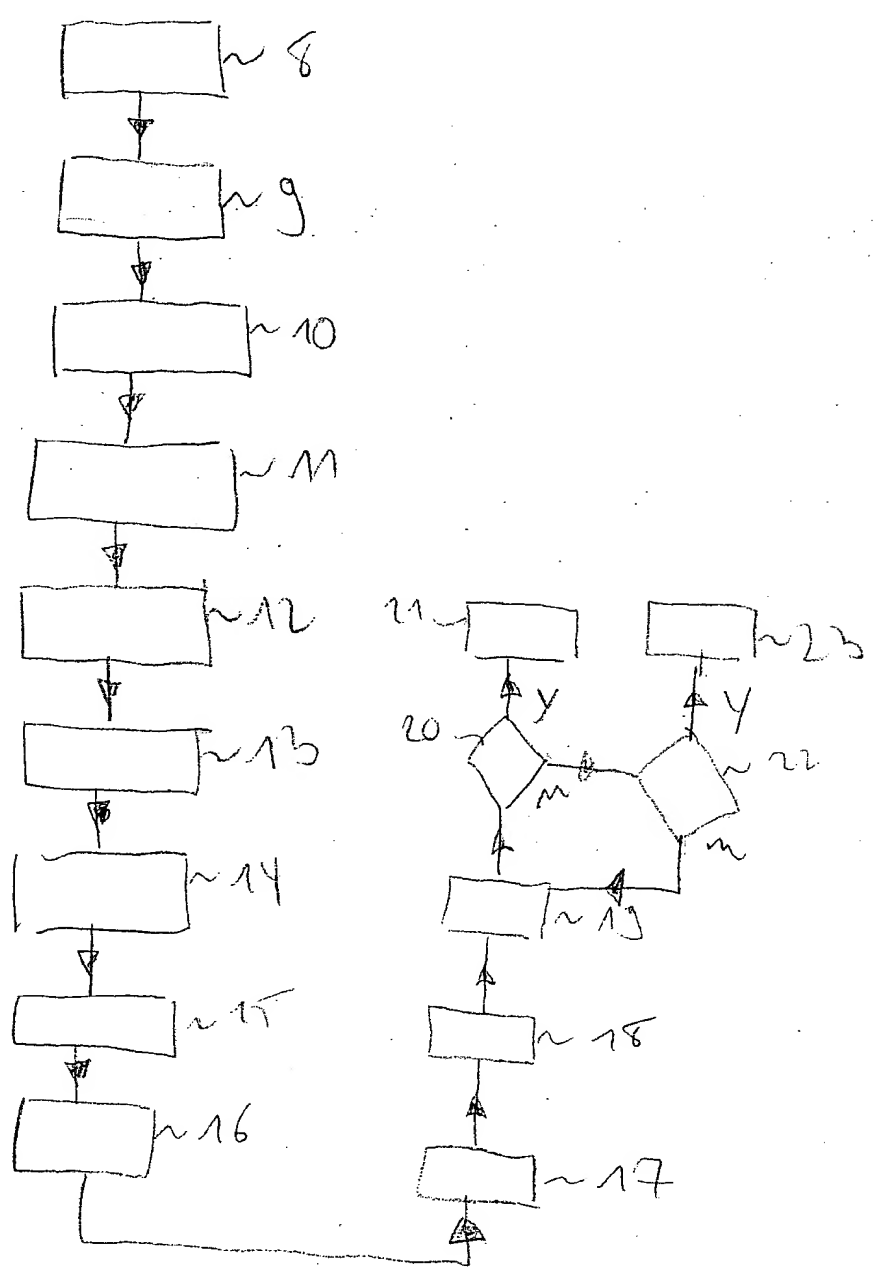
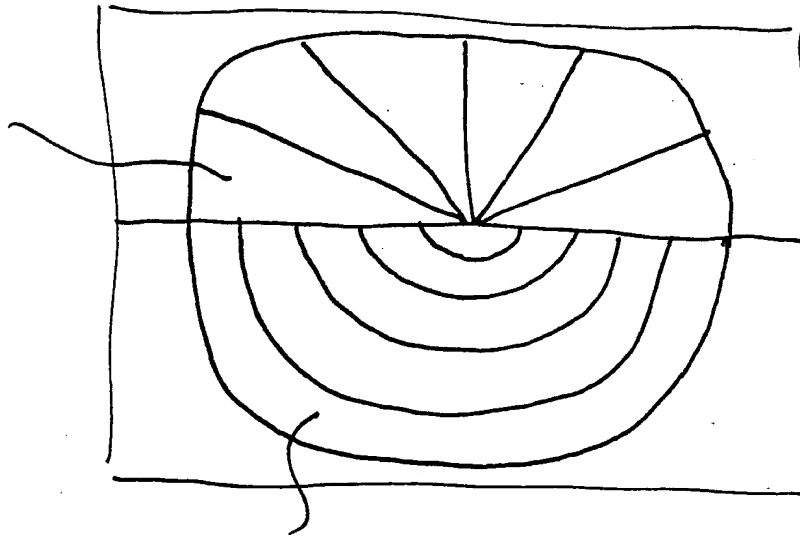


Fig. 2

24



25

Fig. 3